

(19) 日本国特許庁 (J P)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-294213

(43) 公開日 平成7年(1995)11月10日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
G01B 11/00  
11/24

識別記号

F  
C

F I

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全10頁)

(21) 出願番号 特願平6-92412

(22) 出願日 平成6年(1994)4月28日

(71) 出願人 000129253

株式会社キーエンス

大阪府高槻市明田町2番13号

(72) 発明者 秋柴 雄二

大阪府高槻市明田町2番13号 株式会社キ  
ーエンス内

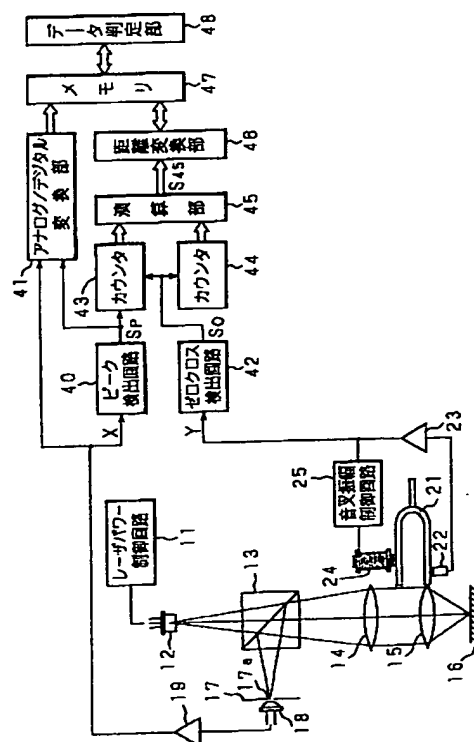
(74) 代理人 弁理士 河野 登夫

(54) 【発明の名称】 変位計

(57) 【要約】

【目的】 被測定物の表面変位を正確に測定できる変位計を提供する。

【構成】 対物レンズ15を通った被測定物16からの反射光を受光した信号のピークを検出するピーク検出回路40と、検出したピークの値をデジタル値に変換するアナログ/デジタル変換部41と、検出したピークと対物レンズ15の検出位置信号とにより、光学系の基準位置から被測定物16までの距離を求める距離変換部46と、アナログ/デジタル変換部41及び距離変換部46の変換結果を記憶するメモリ47と、メモリ47の記憶内容に基づいて距離データを測定データと判定するデータ判定部48とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発光部の出射光を、その光軸方向へ振動している対物レンズを通して被測定物へ投射し、被測定物からの反射光を前記対物レンズを通して受光する受光部の受光出力レベルと、対物レンズの位置とに基づいて、被測定物までの距離データを求めて、被測定物の表面変位を測定する変位計であって、前記受光出力レベル及び前記距離データを記憶する記憶部と、該記憶部から読出した、対物レンズの振動半周期における受光出力最大値が所定レベル以上にあるか否かを判別する手段と、前記受光出力最大値と、受光出力最大値の次に大きい受光出力次順値との差が所定値以上であるか否かを判別する手段と、受光出力最大値が所定レベル以上にあり、受光出力最大値と受光出力次順値との差が所定値以上であると判別した場合に、受光出力最大値に対応している距離データを測定データと判定する手段とを備えることを特徴とする変位計。

【請求項 2】 発光部の出射光を、その光軸方向へ振動している対物レンズを通して被測定物に投射し、被測定物からの反射光を前記対物レンズを通して受光する受光部の受光出力レベルと、対物レンズの位置とに基づいて、被測定物までの距離データを求めて被測定物の表面変位を測定する変位計であって、前記受光出力レベル及び前記距離データを記憶する記憶部と、該記憶部から読出した、対物レンズの振動半周期における受光出力最大値が所定レベル以上にあるか否かを判別する手段と、受光出力最大値の次に大きい受光出力次順値が所定レベル以上にあるか否かを判別する手段と、受光出力最大値及び受光出力次順値がともに所定レベル以上にあると判別した場合は、数値が小さい又は数値が大きい距離データを測定データと判定する手段とを備えることを特徴とする変位計。

【請求項 3】 発光部の出射光を、その光軸方向へ振動している対物レンズを通して被測定物に投射し、被測定物からの反射光を前記対物レンズを通して受光する受光部の受光出力レベルと、対物レンズの位置とに基づいて、被測定物までの距離データを求めて、被測定物の表面変位を測定する変位計であって、前記受光出力レベル及び前記距離データを記憶する記憶部と、該記憶部から読出した、対物レンズの振動半周期における、所定レベル以上の受光出力を抽出する手段と、抽出した受光出力と対応している距離データの中で数値が最小の距離データを測定データと判定する手段とを備えることを特徴とする変位計。

【請求項 4】 前記加振部を、対物レンズを連結した音叉と、該音叉を駆動するソレノイドとにより構成してある請求項 1、2 又は 3 記載の変位計。

【請求項 5】 前記加振部を対物レンズを連結した音叉と、音叉に取付けた圧電素子とにより構成してある請求項 1、2 又は 3 記載の変位計。

## 【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば金属、樹脂、セラミック等の被測定物の表面の変位を測定する変位計に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】金属、樹脂等の被測定物の表面の変位を測定する変位計を、本願出願人は特願平5-257255号により特許出願している。図9はこの変位計の模式的構成図である。レーザパワー制御回路11により駆動されるレーザダイオード12の出射光は、ビームスプリッタ13と、コリメートレンズ14と対物レンズ15とを順次通過して、被測定物16へ投射される。被測定物16からの反射光は対物レンズ15と、コリメートレンズ14とを通過してビームスプリッタ13で反射し、光絞り部17のピンホール17a を通ってフォトダイオード18へ入射するようになっている。

【 0 0 0 3 】フォトダイオード18で光電変換された信号は増幅器19で増幅され、その出力信号Xは演算部20へ入力される。U字状の音叉21の一侧先端部には対物レンズ15の周縁部分が取付けられる。対物レンズ15は、音叉21の振動により、レーザダイオード12の出射光の光軸方向に所定振幅で振動させられる。音叉21の一侧先端部の側方には、例えば磁気、光又は静電容量を利用したセンサからなる音叉振幅検出器22が配設され、音叉21の振幅、つまり対物レンズ15の位置を検出するようになっている。

【 0 0 0 4 】音叉振幅検出器22が検出した検出振幅信号は増幅器23へ入力され、その出力信号Yは演算部20へ入力される。音叉21の他側先端部の側方には、音叉21を振動させるためのソレノイド24が配設される。ソレノイド24には、音叉振幅制御回路25からの制御電流が供給され、音叉振幅制御回路25には増幅器23の出力信号が与えられて、音叉21の振幅を一定になすべく制御される。演算部20で捉えて出力される変位信号は距離変換部50へ入力される。

【 0 0 0 5 】図10は演算部20の構成を示すブロック図である。増幅器19からの出力信号Xは微分器30と、第1の比較器31の正入力端子+とに入力される。比較器31の負入力端子-には基準電圧 $V_{ref}$ が入力される。微分器30の出力信号 $S_{10}$ は第2の比較器32の負入力端子-へ入力される。比較器32の正入力端子+は接地される。比較器31, 32 の出力信号 $S_{11}$ ,  $S_{12}$ はAND 回路33の一、他入力端子へ各別に入力され、その出力信号 $S_{13}$ はワンショットパルス発生回路34へ入力される。ワンショットパルス発生回路34が出力するワンショットパルス $S_{14}$ はオン、オフ制御信号としてスイッチ回路SWへ与えられる。増幅器23 (図9参照) からの出力信号Yは、増幅器35と、スイッチ回路SWとを介して増幅器36へ入力される。増幅器36の入力側はコンデンサ37を介して接地される。増幅器36とコンデンサ37とによりサンプルホールド回路38が構成され、増幅器36から変位信号 $S_{15}$ が出力される。

【0006】次にこの変位計の動作を説明する。音叉振幅制御回路25からソレノイド24に電流を供給するとソレノイド24により磁界が発生し、音叉21に電磁力が作用して音叉21は所定振幅で振動して、対物レンズ15は、それを通る光の光軸方向へ振動する。音叉振幅検出器22は音叉21の振幅、即ち対物レンズ15の振幅に応じた正弦波信号を出力する。この正弦波信号が増幅器23で増幅され、その出力信号Yが演算部20へ入力される。

【0007】一方、レーザパワー制御回路11からレーザダイオード12に駆動電流を供給すると、レーザダイオード12はレーザ光を出射する。この出射光はビームスプリッタ13、コリメートレンズ14及び対物レンズ15を通して被測定物16へ投射される。そして被測定物16からの反射光は、対物レンズ15とコリメートレンズ14を通してビームスプリッタ13で反射してピンホール17aを通り、ホトダイオード18には、被測定物16に生じた合焦点の光のみが入射する。

【0008】ところで対物レンズ15が振動しているため、対物レンズ15と被測定物16との距離が変化し、所定距離に達した時点で、被測定物16に投射した光の合焦点が被測定物16に生じると、ホトダイオード18の受光出力は瞬時に最大となり、この受光出力に応じた信号が増幅器19へ入力され、増幅器19から図11(a)に示す出力信号Xが出力され演算部20へ入力される。このようにして出力信号X、Yが演算部20へ入力されると、出力信号Yは微分器30により微分され、微分器30から図11(b)に示す如き逆S字状の出力信号 $S_{11}$ が出力される。

【0009】そして出力信号Xの最大値が出力信号 $S_{11}$ のゼロクロス時点T。により検出されて、被測定物16に投射した光の合焦点が生じた時点を正確に検出する。この出力信号 $S_{11}$ が比較器32へ入力され、比較器32は出力信号 $S_{11}$ と接地電位とを大小比較して、比較器32から出力信号 $S_{11}$ のゼロクロス時点T。で立上り、出力信号 $S_{11}$ の負の半周期の期間に対応するパルス幅の図11(d)に示すパルスの出力信号 $S_{12}$ を出力する。

【0010】一方、比較器31は出力信号Xと基準電圧 $V_{ref}$ とを大小比較し、比較器31から出力信号Xが基準電圧 $V_{ref}$ 以上にある期間に対応するパルス幅の図11(c)に示す出力信号 $S_{11}$ を出力する。これらの出力信号 $S_{11}$ 、 $S_{12}$ の論理が成立するとAND回路33から図11(e)に示すパルスの出力信号 $S_{13}$ を出力してワンショットパルス発生回路34へ入力する。それによりワンショットパルス発生回路34は出力信号 $S_{13}$ の立上りに同期して立上る図11(f)に示すワンショットパルス $S_{14}$ を出力し、スイッチ回路SWをオンさせる。

【0011】そうすると増幅器35の出力信号Yがスイッチ回路SWを介してサンプルホールド回路38へ入力され、サンプルホールド回路38は出力信号Yの信号レベルをサンプリングして保持し、増幅器35で増幅して変位信号 $S_{11}$ を出力する。これにより出力信号 $S_{11}$ のゼロクロス時

点における出力信号Yのレベル、即ち対物レンズ15の振幅をサンプリングすることになる。そしてサンプリングした変位信号 $S_{11}$ を距離変換部50へ入力して、変位信号 $S_{11}$ を、変位信号 $S_{11}$ に応じた距離に変換して、被測定物16の表面の変位を測定する。

【0012】図12は出力信号Y、ワンショットパルス $S_{14}$ 及び変位信号 $S_{11}$ のタイミングチャートである。対物レンズ15の位置(振幅)に対応して図12(a)に示す如く出力信号Yが変化しているときに、被測定物16に合焦点が生じた時点で図12(b)に示すワンショットパルス $S_{14}$ が発生すると、その時点の出力信号Yのレベルがサンプリングされる。そして被測定物16を光軸と直交する方向へ移動させると、被測定物16の表面の変位に応じて、変位信号 $S_{11}$ は図12(a)に示す如く階段状に変化して、変位信号 $S_{11}$ のレベルと被測定物16の表面の変位とが対応する。そのため出力信号Yのレベルをサンプリングすれば、出力信号Yのレベルに応じて被測定物16の変位を高精度に測定することになる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし乍ら、被測定物の表面が微細な凹凸形状となっている場合には、図13に示すように被測定物に投射した光が例えば凸状部の傾斜面で反射すると、その反射光は対物レンズの外周側の一部分を通してビームスプリッタ13で反射し、対物レンズ15の収差に起因して焦点位置が異なる状態が生じる。そのため、例えば被測定物に投射した光の半部が被測定物の表面における平坦面で反射し、残りの半部が傾斜面で反射する状態が生じると平坦面で反射した光は対物レンズの中心を通り、傾斜面で反射した光は対物レンズの外周側の一部分を通ることになり、焦点位置の異なりによって反射光を受光するホトダイオードからは、僅かな時間差の2つのパルス信号が出力されることになって、いずれのパルス信号により被測定物の表面の変位を測定すべきか否かを判別できないという問題がある。

【0014】本発明は斯かる問題に鑑み、被測定物からの反射光を受光する受光部から、僅かな時間差で2つのパルス信号が出力されても、被測定物の表面の変位を正確に測定できる変位計を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】第1発明に係る変位計は、発光部の出射光を、その光軸方向へ振動している対物レンズを通して被測定物へ投射し、被測定物からの反射光を前記対物レンズを通して受光する受光部の受光出力レベルと、対物レンズの位置とに基づいて、被測定物までの距離データを求めて、被測定物の表面変位を測定する変位計であって、前記受光出力レベル及び前記距離データを記憶する記憶部と、該記憶部から読出した、対物レンズの振動半周期における受光出力最大値が所定レベル以上にあるか否かを判別する手段と、前記受光出力最大値と、受光出力最大値の次に大きい受光出力次順値

との差が所定値以上であるか否かを判別する手段と、受光出力最大値が所定レベル以上であり、受光出力最大値と受光出力次順値との差が所定値以上であると判別した場合に、受光出力最大値に対応している距離データを測定データと判定する手段とを備えることを特徴とする。

【0016】第2発明に係る変位計は、発光部の出射光を、その光軸方向へ振動している対物レンズを通して被測定物に投射し、被測定物からの反射光を前記対物レンズを通して受光する受光部の受光出力レベルと、対物レンズの位置とに基づいて、被測定物までの距離データを求めて被測定物の表面変位を測定する変位計であって、前記受光出力レベル及び前記距離データを記憶する記憶部と、該記憶部から読出した、対物レンズの振動半周期における受光出力最大値が所定レベル以上にあるか否かを判別する手段と、受光出力最大値の次に大きい受光出力次順値が所定レベル以上にあるか否かを判別する手段と、受光出力最大値及び受光出力次順値がともに所定レベル以上にあると判別した場合は、数値が小さい又は数値が大きい距離データを測定データと判定する手段とを備えることを特徴とする。

【0017】第3発明に係る変位計は、発光部の出射光を、その光軸方向へ振動している対物レンズを通して被測定物に投射し、被測定物からの反射光を前記対物レンズを通して受光する受光部の受光出力レベルと、対物レンズの位置とに基づいて、被測定物までの距離データを求めて、被測定物の表面変位を測定する変位計であって、前記受光出力レベル及び前記距離データを記憶する記憶部と、該記憶部から読出した、対物レンズの振動半周期における、所定レベル以上の受光出力を抽出する手段と、抽出した受光出力と対応している距離データの中で数値が最小の距離データを測定データと判定する手段とを備えることを特徴とする。

【0018】

【作用】第1発明では、対物レンズを光軸方向へ所定振幅で振動させると、対物レンズと被測定物との距離が変化する。対物レンズと被測定物とが所定距離に達したとき、被測定物に、投射した光の合焦点が生じる。合焦点が生じている位置からの反射光を対物レンズを通して受光した受光部の受光出力レベルと対物レンズの位置とに基づいて、被測定物までの距離データが得られる。受光出力レベル及び距離データを記憶部に記憶し、記憶部から読出した対物レンズの振動半周期における受光出力最大値が所定レベル以上であり、受光出力最大値と受光出力最大値の次に大きい受光出力次順値とが所定値以上であると、受光出力最大値と対応している距離データを測定データと判定する。これにより、被測定物の表面に凹凸があっても、被測定物の表面の変位を正確に測定できる。

【0019】第2発明では、対物レンズを光軸方向へ所定振幅で振動させると、対物レンズと被測定物との距離

が変化する。対物レンズと被測定物とが所定距離に達したとき、被測定物に、投射した光の合焦点が生じる。合焦点が生じている位置からの反射光を受光した対物レンズを通して受光部の受光出力レベルと対物レンズの位置とに基づいて、被測定物までの距離データが得られる。受光出力レベル及び距離データを記憶部に記憶し、記憶部から読出した、対物レンズの振動半周期における受光出力最大値及び受光出力最大値の次に大きい受光出力次順値がともに所定レベル以上であると、数値が小さい又は数値が大きい距離データを測定データと判定する。これにより、数値が小さい又は数値が大きい距離データにより透光性の被測定物の表面又は底面の変位を正確に測定できる。

【0020】第3発明では、対物レンズを光軸方向へ所定振幅で振動させると、対物レンズと被測定物との距離が変化する。対物レンズと被測定物とが所定距離に達したとき、被測定物に投射した光の合焦点が生じる。合焦点が生じている位置からの反射光を対物レンズを通して受光した受光部の受光出力レベルと対物レンズの位置とに基づいて、光学系の基準位置から被測定物までの距離データが得られる。受光出力レベル及び距離データを記憶部に記憶し、記憶部から読出した、対物レンズの振動の半周期における受光出力のうち、所定レベル以上の受光出力を抽出する。抽出した受光出力と対応している距離データの中で数値が最小の距離データを測定データと判定する。これにより、非透光性の物体の表面に形成した、透光性の物体の表面の変位を正確に測定できる。

【0021】

【実施例】以下本発明をその実施例を示す図面により詳述する。図1は本発明に係る変位計の模式的構成図である。レーザパワー制御回路11で駆動されるレーザダイオード12の出射光は、ビームスプリッタ13と、コリメートレンズ14と対物レンズ15とを順次通過して、被測定物16に投射されるようになっている。被測定物16からの反射光は対物レンズ15と、コリメートレンズ14とを通過してビームスプリッタ13で反射し、ピンホール17aを形成している光絞り部17のピンホール17aを通過してフォトダイオード18へ入射するようになっている。ピンホール17aの大きさφは、次式により可及的に微小な径になすべく選定している。

$$\phi = 0.61 \times \text{レーザダイオードの光の波長} / \text{NA} \quad \dots (1)$$

但し、NA、即ち開口数は光学系で示される定数

【0022】フォトダイオード18で光電変換した信号は増幅器19へ入力され、その出力信号Xはピーク検出回路40及びアナログ/デジタル変換部41へ入力される。U字状をした音叉21の一側長寸部の先端には対物レンズ15の周縁部分が取付けられている。対物レンズ15は、音叉21の振動により、レーザダイオード12の出射光の光軸方向に所定振幅で振動させられるようになっている。音叉21の一側長寸部の先端側の側方には、例えば磁気、光又は静

電容量を利用したセンサからなる、位置検出部たる音叉振幅検出器22が配設されていて、音叉21の振幅、つまり対物レンズ15の位置を検出するようになっている。音叉振幅検出器22が検出した検出振幅信号は増幅器23へ入力され、その出力信号Yはゼロクロス検出回路42へ入力される。音叉21の他側長寸部の先端側の側方には、音叉21を振動させるためのソレノイド24が配設されている。

【0023】ソレノイド24には音叉振幅制御回路25からの制御電流が供給され、音叉振幅制御回路25には増幅器23の出力信号が与えられて音叉21の振幅を一定になすべく制御されるようになっている。なお音叉21は、例えば800Hz、振幅が±0.3mmで振動するようになっている。

【0024】ピーク検出回路40から出力されるピーク検出信号S<sub>p</sub>は、第1のカウンタ43及びアナログ/デジタル変換部41へ入力される。ゼロクロス検出回路42から出力されるゼロクロス検出信号S<sub>c</sub>はカウンタ43及び第2のカウンタ44へ入力される。カウンタ43,44のカウンタ値は演算部45へ入力され、演算部45から出力される演算結果たる位相信号S<sub>φ</sub>は距離変換部46へ入力される。アナログ/デジタル変換部41で変換された出力信号Xのデジタル値及び距離変換部46で変換された距離データはメモリ47へ記憶される。メモリ47の記憶内容はデータ判定部48へ入力される。カウンタ43はラッチ部を備えており、ピーク検出信号S<sub>p</sub>が入力される都度ラッチでき、ゼロクロス検出信号S<sub>c</sub>によりカウンタ値がクリアされるようになっている。カウンタ44はラッチ部を備えており、カウンタ値を1回ラッチできゼロクロス検出信号S<sub>c</sub>によりカウンタ値がクリアされるようになっている。

【0025】次にこのように構成した変位計の動作を、出力信号Y、ピーク値検出信号S<sub>p</sub>及びゼロクロス検出信号S<sub>c</sub>のタイミングチャートを示す図2と、データ判定部48の判定内容のフローチャートを示す図3、図4、図5とともに説明する。

【0026】音叉振幅制御回路25からソレノイド24に電流を供給すると、ソレノイド24により磁界が発生する。この発生磁界により音叉21が所定振幅で振動し、対物レンズ15を、それを通る光の光軸方向へ振動させる。音叉振幅検出器22は音叉21の振幅、即ち対物レンズ15の振幅を検出し、対物レンズ15の振幅たる正弦波信号を出力する。この正弦波信号を、増幅器23で増幅し、増幅器23から出力される出力信号Yをゼロクロス検出回路42へ入力させる。

【0027】一方、レーザパワー制御回路11からレーザダイオード12に駆動電流を供給すると、レーザダイオード12はレーザ光を出射する。この出射光はビームスプリッタ13、コリメートレンズ14及び対物レンズ15を通過して被測定物16へ投射される。被測定物16で反射した反射光は対物レンズ15とコリメートレンズ14を通過してビームスプリッタ13で反射して光絞部17側へ投射され、ピンホール17aを透過した光のみがホトダイオード18へ入射す

る。そのため、ホトダイオード18には、被測定物16で生じた潜り光及びレーザダイオード12で発生した迷光等による反射光はピンホール17aで遮られてピンホール17aを通らずホトダイオード18には、被測定物16に生じた合焦点の光のみが入射することになる。

【0028】ところで、対物レンズ15が振動させられているために、対物レンズ15と被測定物16との距離が変化し、所定距離に達した時点で、被測定物16に投射した光の合焦点が被測定物16に生じると、ホトダイオード18の受光出力は瞬時に最大となり、この受光出力に応じた信号が増幅器19へ入力され、増幅器19の出力信号Xをピーク検出回路40へ入力する。

【0029】このようにして、対物レンズの位置（振幅）に応じた図2(a)に示す出力信号Yがゼロクロス検出回路42へ入力されると、出力信号Yのゼロクロス時点が検出されて、ゼロクロス検出回路42から図2(c)に示すゼロクロス検出信号S<sub>c</sub>が出力される。それによりカウンタ43,44のカウンタ値がクリアされ、続いてカウンタ43,44はカウンタ動作を開始して時間をカウントしていく。そしてカウンタ44は、1回目のゼロクロス検出信号S<sub>c</sub>が与えられた時点から2回目のゼロクロス検出信号S<sub>c</sub>が与えられる時点までの時間、つまり出力信号Yの1周期の時間t<sub>1</sub>をカウントしてそのカウンタ値をラッチ部にラッチさせる。

【0030】一方、被測定物16に合焦点が生じたときに得られる出力信号Xがピーク検出回路40へ入力されると、ピーク検出回路40は出力信号Xのピーク値を検出し、ピーク検出信号S<sub>p</sub>を出力してカウンタ43へ入力する。これによりカウンタ43は1回目のピーク検出信号S<sub>p</sub>が入力された時点までのカウンタ値t<sub>1</sub>をカウンタ43のラッチ部にラッチさせる。更に2回目のピーク検出信号S<sub>p</sub>が入力された時点までのカウンタ値t<sub>2</sub>をカウンタ43のラッチ部にラッチさせる。このようにしてラッチしたカウンタ値t<sub>1</sub>、t<sub>2</sub>、t<sub>3</sub>を演算部45へ入力する。それにより、演算部45は入力されたカウンタ値t<sub>1</sub>、t<sub>2</sub>、t<sub>3</sub>により、 $\sin^{-1}(t_1/t_2)$ 及び $\sin^{-1}(t_2/t_3)$ を演算してピーク検出信号S<sub>p</sub>の出力時点の出力信号Yの位相を算出する。

【0031】このように算出した出力信号Yの位相は被測定物16に合焦点が生じた時点の出力信号Yのレベル、つまり対物レンズ15の位置に対応する。そして、演算結果である位相信号S<sub>φ</sub>が演算部45から出力されて距離変換部46へ入力され、距離に変換して被測定物16の表面の変位を測定する。

【0032】また、距離変換部46で変換した距離のデータ及びホトダイオード18の受光出力のピーク値をアナログ/デジタル変換したデジタル値を対応づけてピーク検出信号S<sub>p</sub>のタイミングでメモリ47へ入力し、メモリ47が記憶する。つまり、前述したように、被測定物16の表面の凹凸により、わずかな時間差で2つのピークが生じ

た出力信号Xが出力された場合、夫々のピークの値をアナログ／デジタル変換したデジタル値及び、そのピークに対応している距離の値についてもメモリ47に記憶させることになる。

【0033】そして、このメモリ47の記憶内容に基づいてデータ判定部48は、いずれのピークに対応している距離の値が光学系の基準位置から被測定物16までの距離に対応しているか否かを判定する。先ず、被測定物16が例えば金属の如き非透光性であって表面が凹凸面である場合について、図3のフローチャート及び図4の測定状態

とともに示す出力信号Xの波形図により説明する。  
【0034】図4は縦軸を出力信号Xのレベルとし、横軸を変換した距離の値としている。このように非透光性の被測定物16の表面の変位を測定した場合は、被測定物16の表面の平坦面に光が投射されて反射したときには、図4(a)に示すようにレベルが1番目に高いピークと、2番目に高いピークとのレベル差はQとなる。また被測定物16の表面の平坦面以外の面に光が投射されて反射した場合には図4(b)に示すように、レベルが1番目に高いピークのレベルと、2番目に高いピークのレベルとの差が少なく、そのレベル差はQ'となり、あるいは図4(c)に示すようにレベルが1番目に高いピークのレベルと、2番目に高いピークのレベルとの差Q''となりその差がより小さくなる場合が起こり得る。

【0035】そこでデータ判定部48は、対物レンズ15の振動半周期で得られた出力信号Xのピークのうち、レベルが1番目に高いピークが予め定めている所定レベルLV以上か否かを判別し(S1)、所定レベルLV以上と判別すると、続いてレベルが1番目に高いピークと、レベルが2番目に高いピークとのレベル差が所定値以上か否かを判別する(S2)。ここで所定値以上と判別すると、レベルが1番目に高いピークに対応している距離を、光学系の基準位置から被測定物16までの距離に対応していると判定し(S3)、そのピークに対応している距離の値を測定値にする(S4)。なお、レベルが1番目に高いピークが所定レベル以下と判別した場合は(S1)、またはピークの差が所定値以下と判別した場合には(S2)、測定値を更新しない(S5)。このようにしてピークのレベル差が所定値以上である場合には、レベルが1番目に大きいピークが得られた時点の距離の値を測定して、被測定物16の表面が凹凸面であっても、表面の変位を正確に測定できる。

【0036】次に被測定物16が例えばガラスの如き透光性であり、その表面の変位を測定する場合について、図5のフローチャート及び図6の測定状態とともに示す出力信号Xの波形図により説明する。図6は縦軸を出力信号Xのレベルとし、横軸を変換した距離の値としている。このような被測定物16の場合は図6(a)に示すように被測定物16の表面及び底面で反射した反射光L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>により図6(b)に示すように対物レンズ15の振動の半周期でピークP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>の出力信号Xが得られる。そこ

で出力信号XのピークP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>のうち、レベルが1番目に高いピークが、予め定めている所定レベルLV以上か否かを判別し(S1)、所定レベルLV以上と判別すると、続いてレベルが2番目に高いピークが、所定レベルLV以上か否かを判別する(S2)。ここで所定レベル以上と判別すると、距離の値が小さいものを光学系の基準位置から被測定物16までの距離に対応と判定する(S3)。

【0037】そして、そのピークに対応している距離の値を測定値にする(S4)。これにより被測定物16の表面の変位を正確に測定できる。ここで、被測定物16の測定すべき表面に図6(c)に示すようにゴミZが付着していた場合には図6(c)に示すように被測定物16の表面からの反射光L<sub>1</sub>が少なくなったことによりピークP<sub>1</sub>のレベルが低下する。一方、被測定物16の底面からの反射光L<sub>2</sub>は少なくとも、図6(d)に示すようにレベルが2番目に高いピークP<sub>2</sub>は所定レベルLV以下になる。

【0038】したがって、ゴミZが付着している場合には、レベルが1番目に高いピークが所定レベルLV以上と判別し(S1)、続いてレベルが2番目に高いピークが所定レベル以上にあるか否かを判別し(S2)、所定レベルLV以下と判別して、測定値を更新しない(S5)。このようにして、透光性の被測定物16の表面の変位を正確に測定できる。なお、ステップ(S3)において距離の値が大きいものを、光学系の基準位置から被測定物16までの距離に対応と判定するようにした場合には、被測定物16の底面の変位を、表面の変位と同様に正確に測定できる。

【0039】次に被測定物16が、例えば金属の表面に透光性の接着剤を塗布した塗膜を有していて、その塗膜の表面の変位を測定する場合について図7のフローチャート及び図8の測定状態とともに示す出力信号Xの波形図により説明する。図8は縦軸を出力信号Xのレベルとし、横軸を変換した距離の値としている。このような被測定物16の場合は、図8(a)に示すように、被測定物16の塗膜の表面及び金属の表面で反射した反射光L<sub>1</sub>及びL<sub>2</sub>により図8(b)に示すようにピークP<sub>1</sub>及びピークP<sub>2</sub>からなる出力信号Xが得られる。

【0040】ここで、対物レンズ15の振動の半周期で得られたピークのレベルが、予め定めている所定レベルLV以上にあるピークを抽出する(S1)。続いて、抽出したピークの中で距離データの値が最小の距離データを、光学系の基準位置から被測定物16までの距離に対応と判定し(S2)、その距離の値を測定値にする(S3)。これにより、金属の表面からの反射光によるピークと、塗膜の表面からの反射光によるピークとを区別して、金属の表面に塗布した塗膜の表面の変位を正確に測定できる。

【0041】

【発明の効果】以上詳述したように、第1発明によれば、受光部の受光出力レベルと、受光出力レベル及び対物レンズの位置に基づいて得た光学系の基準位置から被測定物までの距離データとを記憶部に記憶させて、対物

レンズの振動の半周期で得られた受光部の受光出力最大値が所定レベル以上であり、受光出力最大値と受光出力次順値との差が所定値以上である場合は、受光出力最大値に対応している距離データを測定データと判定するようにしたから、被測定物の表面の凹凸により僅かな時間差で2つのピークが得られても被測定物の表面の変位を正確に測定できる変位計を提供できる。

【0042】第2発明によれば、受光部の受光出力レベルと、受光出力レベル及び対物レンズの位置に基づいて得た光学系の基準位置から被測定物までの距離データとを記憶部に記憶させて、対物レンズの振動の半周期における受光部の受光出力最大値及び受光出力次順値がともに所定レベル以上である場合は、数値が小さい又は数値が大きい距離データを測定データと判定するようにしたから、表面に付着したゴミの影響をうけずに透光性の被測定物の表面又は底面の変位を正確に測定できる変位計を提供できる。

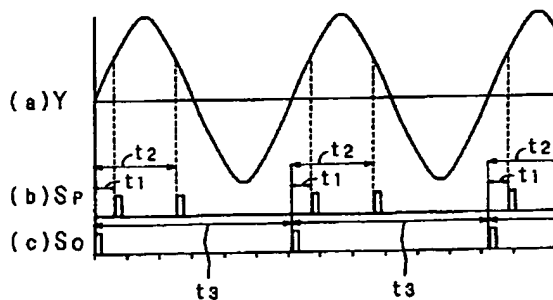
【0043】第3発明によれば、受光部の受光出力レベルと、受光出力レベル及び対物レンズの位置に基づいて得た、光学系の基準位置から被測定物までの距離データとを記憶部に記憶させ、対物レンズの振動の半周期における受光部の受光出力が所定レベル以上のものを抽出し、抽出した受光出力最大値と対応している距離データの中から数値が最小の距離データを測定データと判定するようにしたから、非透光性物体の表面からの反射光と、その非透光性物体の表面に形成した透光性物体の表面からの反射光とを区別して、透光性物体の表面の変位を正確に測定できる変位計を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る変位計の模式的構成図である。

【図2】演算部における各部信号のタイミングチャートである。

【図2】



【図3】データ判定部の判定内容を示すフローチャートである。

【図4】非透光性の被測定物からの反射光の状態及び反射光を受光した信号の波形図である。

【図5】データ判定部の異なる判定内容を示すフローチャートである。

【図6】透光性の被測定物からの反射光の状態及び反射光を受光した信号の波形図である。

【図7】データ判定部の異なる判定内容を示すフローチャートである。

【図8】非透光性物体の表面に透光性物体を形成している被測定物からの反射光の状態及び反射光を受光した信号の波形図である。

【図9】従来の変位計の模式的構成図である。

【図10】演算部の構成を示すブロック図である。

【図11】演算部における各部信号のタイミングチャートである。

【図12】演算部における各部信号のタイミングチャートである。

【図13】平坦面からの反射光及び傾斜面からの反射光が対物レンズを通る状態を示した説明図である。

【符号の説明】

12 レーザダイオード

13 ビームスプリッタ

15 対物レンズ

16 被測定物

18 ホトダイオード

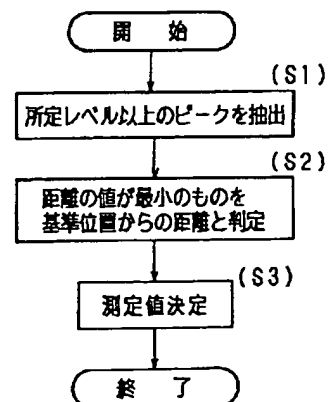
41 アナログ/デジタル変換部

46 距離変換部

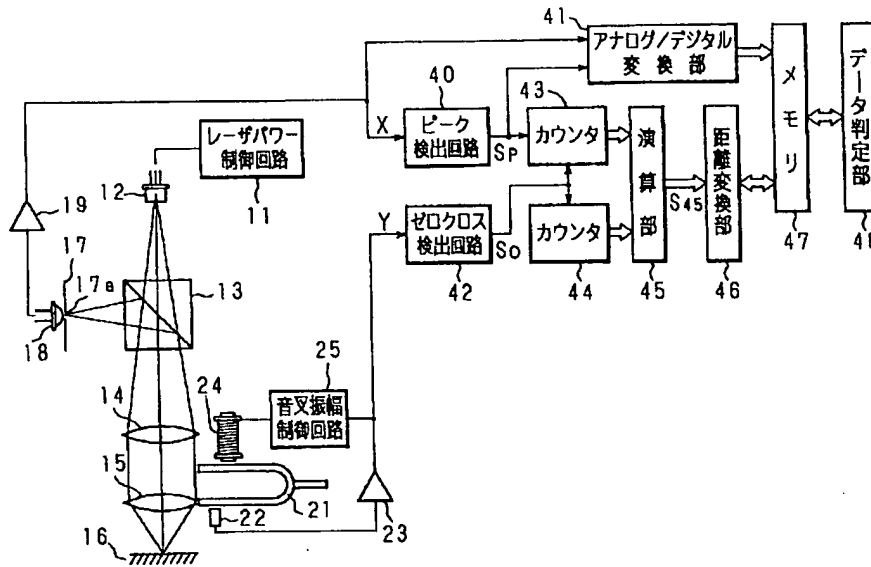
47 メモリ

48 データ判定部

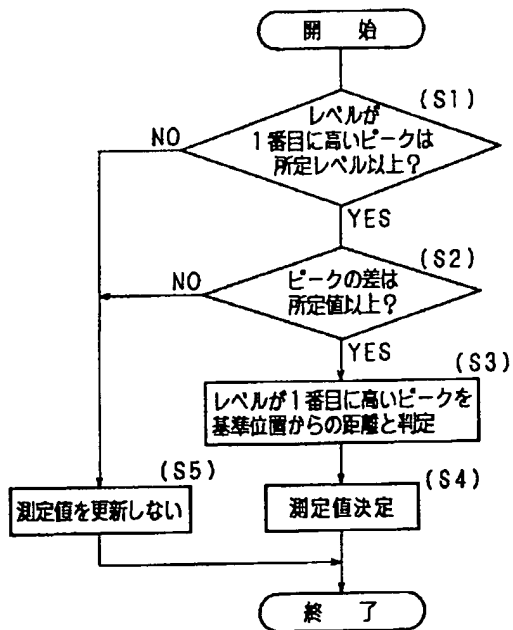
【図7】



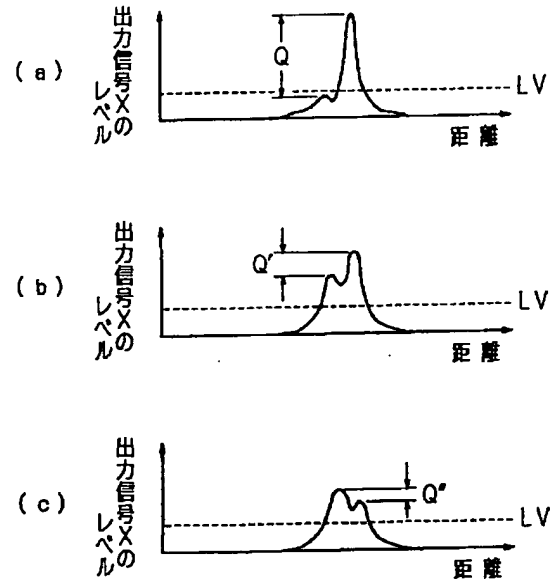
【図 1】



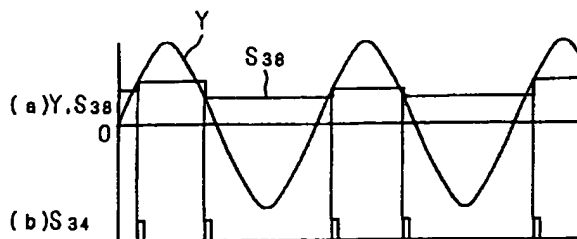
【図 3】



【図 4】

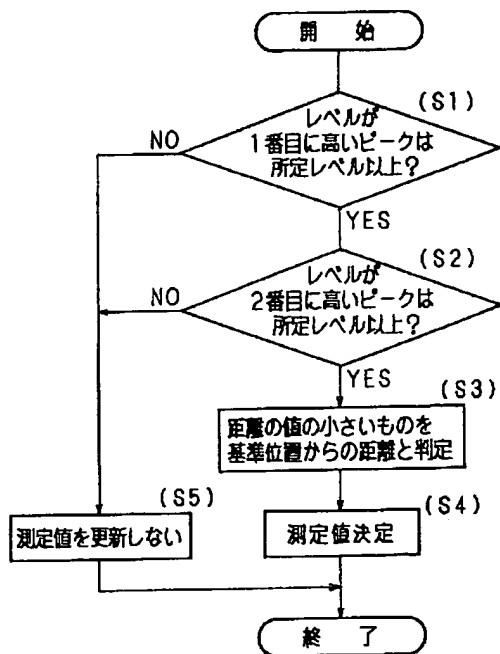


【図 12】

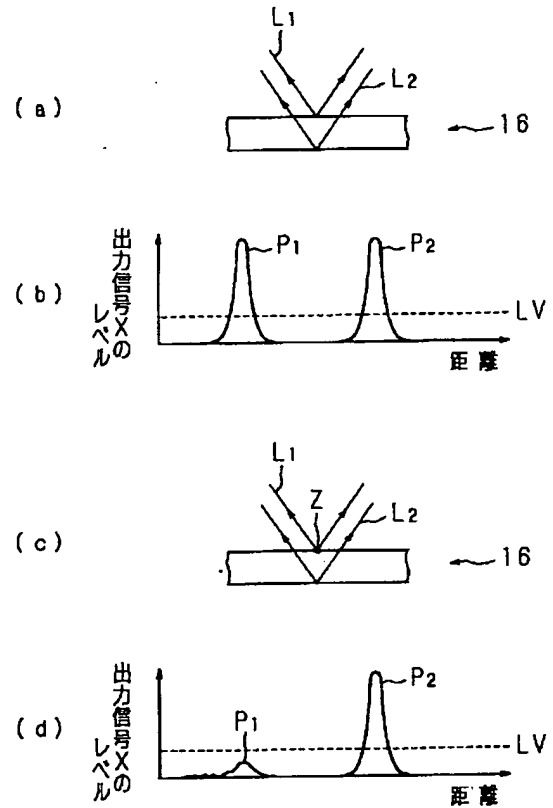




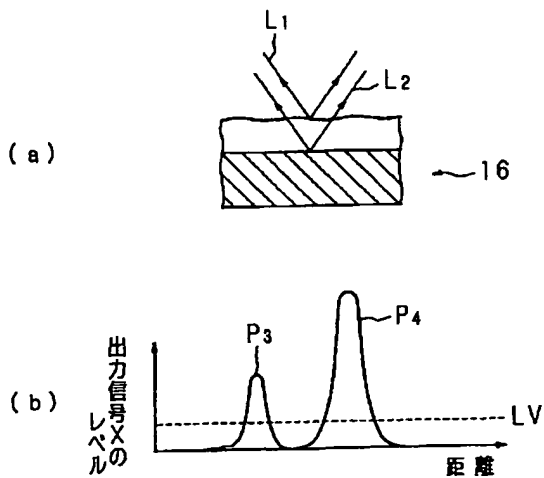
【図5】



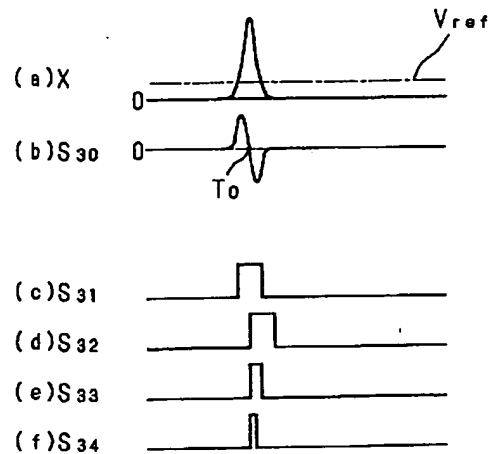
【図6】



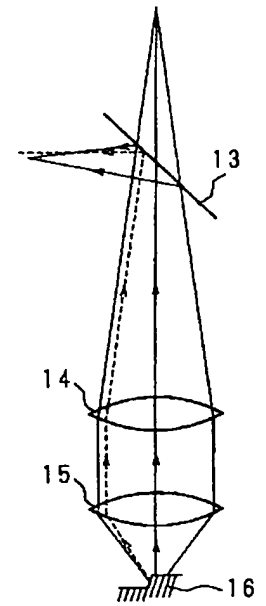
【図8】



【図11】



【図 13】



【図 10】

